



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
[www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



DOSSIER : ROBOTS

## Robots et agents virtuels au service des personnes âgées : une revue de l'actualité en gérontechnologie

Robots and virtual agents to assist older adults: A review of present day trends in gerontechnology

J. Wrobel<sup>a,\*,b</sup>, M. Pino<sup>a,b</sup>, P. Wargnier<sup>b,c</sup>,  
A.-S. Rigaud<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Pôle de gériatrie, hôpital Broca, GH Paris Centre, Assistance publique–Hôpitaux de Paris, 54-56, rue Pascal, 75013 Paris, France

<sup>b</sup> EA 4468, Living Lab Lusage, université Paris Descartes, 15, rue de l'École de Médecine, 75006 Paris, France

<sup>c</sup> MINES ParisTech, centre de recherche en informatique, 35, rue Saint-Honoré, 77300 Fontainebleau, France

### MOTS CLÉS

Gérontechnologie ;  
Robots d'assistance ;  
Agents virtuels ;  
Vieillesse ;  
Perte d'autonomie

**Résumé** Les projections démographiques prévoient une augmentation du nombre des personnes âgées en perte d'autonomie dans les années à venir et soulignent le manque de moyens humains dans les aides à la personne pour subvenir à leurs besoins. Une solution envisagée est d'inclure dans les plans d'aide destinés à ces personnes des technologies d'assistance, qui viendraient en complément des aides humaines, c'est le cas des robots d'assistance et des agents virtuels. Peu connus encore en gériatrie, les études soulignent une certaine efficacité de ces assistants technologiques alors qu'une grande majorité des personnes âgées et des professionnels de santé exprime une méconnaissance vis-à-vis de ces technologies étant souvent méfiante quant à leur utilité. Dans cet article, nous faisons une revue de l'actualité sur l'utilisation des robots et des agents virtuels en gériatrie. Enfin, nous présentons les principaux résultats obtenus dans les études conduites dans le domaine, leurs avantages et limites ainsi que les pistes qu'ils ouvrent pour l'avenir.

© 2014 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [jerem.wrobel@gmail.com](mailto:jerem.wrobel@gmail.com) (J. Wrobel).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.npg.2014.02.007>

1627-4830/© 2014 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**KEYWORDS**

Gerontechnology;  
Assistive robot;  
Virtual agent;  
Ageing;  
Dependency

**Summary** Most demographic projections point to an increase in the number of dependent older adults worldwide and highlight the shortage of personal assistance to support these individuals in their daily activities. Assistive technology solutions, including social assistive robots and virtual agents, offer several opportunities to promote independent living in elderly people. Still relatively unknown in the field of geriatrics, studies conducted in this area highlight several advantages of these technologies. However, in a general way older adults are not familiar with these systems and are suspicious about their use. This paper aims to provide a review on the use of assistive robots and virtual agents in geriatrics. We present the main findings of studies conducted in the field, their advantages, limitations, and recommendations for further research.

© 2014 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Ces dernières décennies, le vieillissement de la population française a tendance à s'accélérer avec l'avancée en âge des *baby-boomers* et de l'augmentation de l'espérance de vie. D'après les prévisions publiées de l'Insee [1], plus d'un tiers de la population française aura plus de 60 ans en 2060. À côté du vieillissement de la population, le nombre de personnes âgées en perte d'autonomie augmente également. Une des causes de cette dépendance est la maladie d'Alzheimer. Cette maladie évolutive, liée à la dégénérescence des cellules neuronales, entraîne une perte irréversible des fonctions mentales et notamment de la mémoire. Les déficits cognitifs et les troubles psychocomportementaux (anxiété, agitation, apathie, dépression, retrait social, etc.) retentissent sur les actes de la vie quotidienne et entraînent une perte d'autonomie qui croît avec la progression de la maladie. Cela nuit à la qualité de vie des patients, induit une charge de plus en plus difficilement supportable pour les aidants et mène souvent à l'institutionnalisation des personnes malades, alors que la majorité préférerait rester à domicile.

D'après certaines projections [2], en 2050, cette maladie devrait atteindre deux millions de personnes en France et près de 14 millions en Europe. Force est donc de constater les défis socioéconomiques que cela pose ou que cela va poser dans l'avenir. En effet, les personnes âgées préfèrent vieillir à leur domicile plutôt qu'en institution tandis que le nombre d'aidants (familiaux ou professionnels) demeure insuffisant. La prise en charge des personnes âgées en perte d'autonomie devient donc un enjeu médical, social et économique majeur dans les pays où l'espérance de vie augmente de manière significative.

Depuis quelques années les technologies d'assistance, comprenant des produits et des services destinés aux personnes âgées et à leurs aidants, se multiplient. Ces technologies peuvent aider à compenser la pénurie croissante d'aidants ainsi que permettre aux personnes âgées de continuer à habiter chez elles le plus longtemps possible, tel est le cas des robots d'assistance ou encore des agents virtuels. Déjà présents dans notre vie courante avec notamment les robots nettoyeurs pour piscines, les aspirateurs domestiques ou dans l'aide bureautique, par exemple les agents virtuels en ligne, ces technologies pourraient accompagner les personnes âgées en perte d'autonomie dans les tâches

courantes, améliorer leur qualité de vie et ainsi contribuer au maintien à domicile de cette population.

Dans le contexte actuel, on remarque un intérêt croissant dans le domaine des technologies d'assistance et notamment dans les assistants robotiques ou virtuels, des technologies considérées essentielles pour le développement économique et sociétal. Au niveau européen, les initiatives scientifiques et industrielles dans ce domaine sont encouragées par des programmes pour la recherche et l'innovation comme « Horizon 2020 » [3] qui offre un soutien aux acteurs de la recherche académique et de l'industrie travaillant dans ce champ. Au niveau national, ces initiatives sont soutenues par la Silver Economy [4] qui souhaite promouvoir le marché des gérontechnologies par le soutien de la recherche fondamentale et de la recherche et le développement industriel.

Fortement développée au Japon depuis de nombreuses années, l'idée d'avoir un robot à domicile arrive peu à peu en Europe. Un rapport européen [5] a étudié auprès de la population européenne, tout âge confondu, la représentation qu'elle pouvait avoir des robots lorsqu'on leur présentait une image d'un robot industriel et d'un robot d'assistance. Les résultats ont mis en exergue que la population se représente un robot principalement comme une machine industrielle (81%) plutôt qu'une machine d'assistance (66%). Les résultats pour la population française sont relativement similaires. Une autre explication, qui demeure en lien avec ces résultats, provient du fait que les personnes âgées notamment ont eu peu de contact avec les technologies d'assistance. En effet, ce même rapport révèle que seulement 4% des retraités européens ayant répondu à l'étude ont déjà été en contact ou utilisent un robot à leur domicile. Le manque d'information et de communication pourrait ainsi être à l'origine de cette faible utilisation au quotidien. La population cible des gérontechnologies ne connaissant pas les aides apportées par ces produits et services, ne sait pas non plus que ces derniers s'adaptent aux besoins évolutifs et individuels des personnes âgées.

Cet article a pour objectif de proposer un panorama de ce qui se fait dans le domaine des technologies d'assistance adaptées aux personnes âgées en situation de vulnérabilité ou en perte d'autonomie. De plus, nous proposons une

analyse de l'usage de ces technologies en fonction des besoins évolutifs des personnes âgées. En effet, depuis quelques années, le monde de la recherche s'intéresse de plus en plus aux technologies d'assistance, ce qui a pour conséquence la multiplication des modèles couvrant les besoins des utilisateurs. Les multiples recherches effectuées dans ce domaine s'intéressent notamment à la notion d'utilisabilité et d'acceptabilité chez une population pas ou peu adepte des nouvelles technologies.

Dans cette revue nous précisons les concepts de robot social d'assistance et d'agent virtuel, puis donnons une série d'exemples qui permettent d'illustrer les différents types d'aides apportées par ces technologies. Le **Tableau 1** résume les diverses études conduites auprès des personnes âgées avec ou sans troubles cognitifs. L'analyse des résultats des études nous a conduits à modéliser la place de ces technologies dans le quotidien des personnes âgées en fonction de leurs besoins et de leur niveau d'autonomie. Enfin, nous concluons avec quelques pistes pour le développement ultérieur de ce domaine, la diffusion et une meilleure connaissance de ces aides techniques.

## Qu'est-ce qu'un robot social d'assistance ?

Les robots sociaux d'assistance peuvent être définis comme des entités sociales capables d'interagir avec l'utilisateur dans le but de favoriser la participation à certaines activités (déplacement, tâches domestiques, surveillance) des personnes en situation de handicap physique ou cognitif afin d'améliorer leur bien-être physique et psychologique [23]. Dans cette définition, les robots sont plus décrits comme des partenaires ou des assistants capables de montrer un degré de flexibilité dans les interactions [24]. Les aides au quotidien apportées par un robot peuvent être diverses et variées. En effet, ce dernier peut répondre à un besoin en termes de service (rappel de rendez-vous et/ou médicaments, météo, etc.) mais aussi servir de compagnon jouant un rôle d'accompagnement de la personne en favorisant les interactions sociales et/ou échanger des contacts émotionnels. Enfin, dans la majorité des cas, les robots dédiés aux personnes âgées en situation de fragilité (cognitive ou psychosociale) sont difficilement catégorisables dans la mesure où ils rentrent dans une catégorie mixte, c'est-à-dire qu'ils proposent à la fois des services mais également favorisent les interactions sociales. Quelques exemples de robot sont décrits ci-dessous.

### Icat

Le robot Icat (*interactive cat*) (Fig. 1a) a été développé et produit par l'entreprise Philips [6,7]. Ce petit robot mobile en forme de chat jaune est équipé d'un micro, d'une caméra et d'une caméra. Cela lui permet d'interagir verbalement avec autrui, de reconnaître des visages et des objets et de contrôler certaines applications domestiques. Icat est aussi capable de donner les informations du jour ou encore la météo grâce à une connexion Internet. Son caractère social est amélioré grâce à sa capacité à exprimer des émotions facilitant ainsi l'interaction avec la personne. Il a été élaboré en vue d'aider les personnes âgées au quotidien en termes de service et de divertissement.

### Hector

Robot mobile autonome (Fig. 1b), créé dans le cadre du projet Companionable [8], associant des applications de maison intelligente permettant le contrôle à distance des équipements de la maison (lumière, chauffage, etc.) et les services d'un robot social d'assistance. Ainsi, il est également capable d'aider les personnes présentant des troubles cognitifs légers au quotidien avec notamment le rappel de médicament, l'agenda et de la stimulation cognitive. Hector peut aussi assister les personnes âgées dans leur socialisation à travers un service de visioconférence. Il est équipé d'un micro et d'écouteurs permettant une reconnaissance verbale des ordres et une réponse vocale. L'interaction peut également se faire avec l'interface graphique de la tablette. Un capteur de chute est également intégré au système pour améliorer la sécurité au quotidien des utilisateurs.

### Kompaï

Robot d'assistance (Fig. 1c) développé par la compagnie française Robosoft, dont un des usages prévus est l'accompagnement des personnes âgées avec des difficultés cognitives qui vivent à leur domicile, dans les tâches de la vie quotidienne [9]. Il propose ainsi des services comme le rappel de médicaments, l'agenda, la visioconférence pour l'aspect social. L'interaction avec celui-ci peut se faire de manière vocale via des microphones intégrés et de la reconnaissance vocale ou via la tablette fixée sur le robot.

### Care-O-Bot

Care-O-Bot (Fig. 1d) est un robot d'assistance mobile permettant d'aider les personnes âgées dans les tâches de la vie quotidienne [10]. Équipé d'un bras mobile et d'une caméra lui permettant de reconnaître et de saisir un objet, il est capable d'effectuer des actions simples comme apporter un verre d'eau par exemple. L'écran tactile interactif peut servir de plateau mais est avant tout utilisé pour des différentes fonctions de communication comme la visiophonie et de divertissement pour des exercices d'entraînement cognitif. Il possède également la fonction pour rappeler à l'utilisateur un rendez-vous important comme la prise de médicaments. Dans une situation de chute, Care-O-Bot est capable de se déplacer vers la personne au sol et d'établir une communication avec un centre d'urgence afin de parler via la téléphonie vidéo à l'aide de l'écran, des haut-parleurs et du microphone du robot.

### Pearl

Issu de la seconde génération de *nursebot*, ce robot mobile a pour fonction d'aider les personnes âgées à se déplacer dans leur environnement les escortant d'un endroit à un autre grâce à un système de localisation [11,12]. Il pourra par exemple, guider l'utilisateur dans la cuisine lors des repas, dans la salle de bain pour les tâches d'hygiène ou encore pour un rendez-vous médical ou chez le coiffeur. En plus de ce guidage, Pearl est aussi conçu pour leur rappeler certaines activités routinières comme les repas, les médicaments, les rendez-vous. Par exemple, pour les personnes présentant une incontinence urinaire, le robot les incitera

**Tableau 1** Sélection d'études portant sur l'utilisation des robots d'assistance et des agents virtuels en gériatrie.

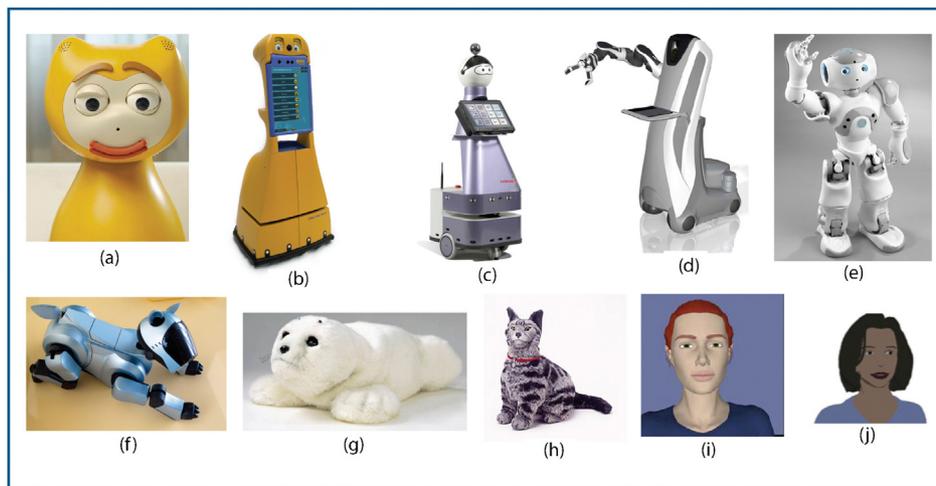
Noms/Figures	Études	Objectifs	Population	Résultats
<i>Robots d'assistance</i>				
Icat (Fig. 1a)	Looije et al., (2010) [6]	Étudier l'acceptabilité du comportement social du robot Icat vs une version virtuelle du même robot	24 participants âgés de 45 à 65 ans	La version robot de Icat est jugée comme ayant une meilleure personnalité sociale (chaleureux, créatif, original, spontané) que la version virtuelle
	Lohse et al., (2010) [7]	Étude comparative de robots sur leur apparence et leurs capacités	127 participants âgés de 9 à 65 ans	Les participants ont jugé Icat sympathique et adapté pour des applications domestiques
Hector (Fig. 1b)	Schroeter et al., (2013) [8]	Étude d'acceptabilité et d'utilisabilité du robot avec des PA sur deux jours	6 participants avec MCI de 63 à 80 ans et 5 aidants âgés de 49 à 80 ans	Au début des essais, les PA se sont montrées un peu sceptiques sur les capacités du robot. Une fois familiarisés avec le système tous les participants ont décrit l'interaction comme étant une expérience agréable. Ils ont donné des suggestions pour améliorer l'ensemble du système et les fonctionnalités individuelles
Kompaï (Fig. 1c)	Wu et al., (2013) [9]	Étude sur l'utilisabilité et l'acceptabilité du Kompaï	7 participants avec MCI et 8 personnes âgées sans déficit cognitif (âges non précisés)	Kompaï est jugé utile pour les aides apportées mais les participants ne semblent pas prêts à l'adopter pour le moment
Care-O-Bot(Fig. 1d)	Jacobs et Graf, (2012) [10]	Faire une évaluation pratique du robot dans une institution pour personnes âgées	Résidents d'une maison de retraite (nombre non précisé)	Care-o-Bot est perçu positivement et a été bien accepté par les PA. Dans le test d'interaction les résidents ont accepté les boissons offertes par le robot, ce qui est interprété comme un signe d'acceptabilité
Pearl	Montemerlo et al., (2002) [11] Pineau et al., (2003) [12]	Étudier les opportunités qu'offre un robot pour aider les PA ayant des difficultés physiques et cognitives	Résidents d'une maison de retraite (nombre et âges non précisés)	Résultats positifs de l'utilisation d'un robot mobile autonome comme aide pour les PA vivant en institution

Tableau 1 (Suite)

Noms/Figures	Études	Objectifs	Population	Résultats
Nao (Fig. 1e)	Lopez Recio et al., (2013) [13]	Étudier l'efficacité d'un robot d'assistance pour aider dans la kinésithérapie des PA	13 résidents âgés participant à une séance de réhabilitation physique (âges non précisés)	Les résultats préliminaires montrent les patients coopèrent bien avec le robot en ajustant leurs mouvements à ceux du robot
Aibo (Fig. 1f)	Lohse et al., (2010) [7]	Étude comparative de robots sur leur apparence et leurs capacités	127 participants âgés de 9 à 65 ans	Aibo est jugé adapté pour les applications domestiques
	Banks et al., (2008) [14]	Comparaison de l'acceptabilité et des effets sur la solitude d'un chien réel vs le robot Aibo vs groupe témoin (sans intervention)	38 PA sans déficit cognitif résidant en soin de longue durée (âges non précisés)	Effet positif du robot sur la solitude et l'attachement comparé au groupe témoin mais pas de différence significative entre le robot et l'animal
	Tamura et al., (2004) [15]	Étudier et comparer l'efficacité du robot Aibo avec un chien en peluche	13 PA avec une démence avancée résidant dans une maison de retraite (âges non précisés)	Augmentation de l'activité sociale et de la socialisation en présence du robot Aibo et de la peluche
Paro (Fig. 1g)	Wada et al., (2005) [16]	Étudier les influences psychophysiologiques d'une interaction au long terme avec un robot d'assistance	13 participants âgés de 77 à 98 ans dont 12 présentent une démence à des stades différents	Amélioration de l'humeur et de la dépression chez les participants. L'interaction avec le robot diminue également leur niveau de stress et les incite à communiquer
	Wada et Shibata, (2008) [17]	Étudier les effets psychologiques et sociaux du robot Paro	12 PA de 67 à 89 ans	Amélioration psychologique des résidents grâce à l'utilisation du robot, renforcement des liens sociaux et des capacités de communication
NeCoRo (Fig. 1h)	Libin et Cohen-Mansfield, (2004) [18]	Comparaison d'un robot et d'une peluche en forme de chat sur des personnes avec des difficultés cognitives (MCI et MA)	9 participants avec un diagnostic de démence sévère âgés de 83 à 98 ans	Diminution de l'agitation pour les deux mais significatif uniquement avec la peluche. Toutefois, augmentation significative du plaisir avec NeCoRo
Agents virtuels VICOMTech Research centre (Fig. 1i)	Ortiz et al., (2007) [19]	Évaluer l'acceptabilité et l'utilisabilité d'un agent virtuel dans un scénario de maison intelligente et explorer la reconnaissance des émotions par les PA	15 PA entre 61 et 80 ans (5 sans trouble cognitif, 5 MCI, 5 MA)	L'utilisation de l'agent virtuel rend plus facile l'utilisation du dispositif. Les PA ont expérimenté quelques difficultés à reconnaître les émotions de l'avatar, préférant comme mode d'interaction une interface associant texte et voix

**Tableau 1** (Suite)

Noms/Figures	Études	Objectifs	Population	Résultats
GmbH-ARC	Morandell et al., (2008 ; 2009) [20,21]	Évaluer l'acceptabilité d'un agent virtuel photo-réaliste dans un scénario de maison intelligente par rapport à d'autres modalités d'interaction et étudier les préférences des PA concernant l'apparence de l'avatar	12 PA sans troubles cognitifs et 12 personnes avec un diagnostic de MCI (âges non précisés)	L'utilisation d'un agent virtuel améliore l'accessibilité du système pour les PA ayant des troubles cognitifs. En général les participants ont préféré la vidéo comme mode d'interaction. Cinquante-quatre pour cent des participants ont préféré un avatar ayant une apparence de jeune femme
Karen (Fig. 1j)	Vardoulakis et al., (2012) [22]	Étudier l'acceptabilité d'un compagnon virtuel au domicile pour des PA isolées	12 participants d'âge moyen 62 ans	Bonne acceptabilité du compagnon virtuel ; les utilisateurs ont beaucoup apprécié la possibilité de partager une histoire avec le partenaire virtuel



**Figure 1.** Quelques exemples de robots d'assistance et d'agents virtuels : (a) Icat ; (b) Hector ; (c) Kompaï ; (d) Care-o-bot ; (e) Nao ; (f) Aibo ; (g) Paro ; (h) Necoro ; (i) Agent virtuel VICOMTech ; (j) Agent virtuel Karen.

à aller aux toilettes à intervalles réguliers. Il assiste ainsi à la prise de décision pour les tâches quotidiennes.

## Nao

Robot humanoïde autonome (Fig. 1e) entièrement programmable très utilisé dans le monde de la recherche et de l'enseignement [13]. Haut de 58 cm et équipé de nombreux capteurs, il peut voir, entendre, sentir qu'on le touche et communiquer avec l'utilisateur.

## Aibo

Chien robot de compagnie (Fig. 1f) développé et commercialisé par Sony [7,14,15]. Ce robot autonome est capable d'apprendre de nouveaux comportements grâce aux interactions qu'il peut avoir avec les utilisateurs. Mobile et équipé d'une caméra, il peut suivre une personne ou la trouver en suivant les mouvements et les sons qu'elle émet. Il peut également détecter un accident et ainsi envoyer des images au centre de soins qui peut le contrôler à distance. Une connexion Internet lui permet de donner des informations comme la météo ou l'actualité. Il est capable de reconnaître son nom, de répondre à 50 commandes verbales mais aussi d'exprimer des émotions.

## Paro

Développé au Japon, Paro (comPANion RObot) (Fig. 1g) est un robot thérapeutique en forme de bébé phoque principalement destiné à des personnes ayant des déficits cognitifs notables et des troubles comportementaux [16,17]. Il dispose de moteurs lui permettant de bouger sa queue et ses nageoires quand on le caresse. Équipé de nombreux capteurs (tactiles, lumineux, auditifs, caloriques et de postures), il perçoit facilement les personnes aux alentours et son environnement. Il réagit à son nom, aux compliments et aux caresses et peut également s'adapter en fonction de la personne grâce à ses capacités d'apprentissage. En effet, il se souvient de l'action précédente et va tenter de la répéter si la réponse de l'utilisateur était positive et au contraire

l'inhiber si l'utilisateur a répondu de manière négative en le frappant par exemple. Il présente de nombreux avantages car contrairement à un animal domestique, il ne nécessite pas de nourriture, il n'a pas besoin d'être sorti pour les besoins et ne peut pas transmettre de maladies. Cela lui permet d'être utilisé sans problème dans les hôpitaux et les établissements de soin de longue durée.

## NeCoRo

Dans la même lignée que Aibo, les Japonais ont développé un chat électronique en peluche (Fig. 1h) qui a pour unique mission de tenir compagnie à son « maître » [18]. NeCoRo (provient du mot « chat » en japonais). Il ne répond pas aux ordres, n'exécute pas de tours mais ronronne quand on le caresse et exprime également ses émotions et ses désirs avec des sons et des gestes félines (animation des yeux, oreilles, pattes, etc.). Il s'adapte à son propriétaire et répond de manière adéquate aux mouvements et émotions mais aussi à son prénom quand on l'appelle.

## Qu'est ce qu'un agent virtuel ?

Les agents virtuels, également appelés agents conversationnels expressifs (ACE) ou, plus couramment avatars, sont des personnages animés réalisés en images de synthèse. Ils ont une apparence tantôt réaliste, tantôt stéréotypée (comme dans un dessin animé), ou peuvent être réalisés grâce à l'animation d'une photographie [20]. Les agents virtuels utilisent des technologies issues des domaines du traitement du signal et de l'intelligence artificielle afin d'adopter un comportement social imitant celui des humains. Pour interagir de manière naturelle avec l'utilisateur, ils sont capables d'analyser son comportement verbal (reconnaissance de parole) et non-verbal (reconnaissance d'émotions, par exemple) et de produire en retour un message également multimodal à travers la parole (synthèse vocale), les gestes et les expressions faciales.

Les agents virtuels ouvrent de nombreuses perspectives d'application dans les domaines du divertissement,

du commerce en ligne, de l'éducation de la culture et de la santé. Dans ce dernier cas, deux applications sont étudiées avec une attention particulière : d'une part, les agents virtuels peuvent servir d'interface avec la personne âgée, qu'elle ait ou non des troubles cognitifs, au sein d'une maison intelligente adaptée [25], d'autre part, les avatars peuvent servir comme coach ou assistant virtuel afin d'inciter les patients à modifier leurs habitudes, rappeler les prises de médicaments et les rendez-vous ou guider l'exécution de tâches [26]. Ces deux scénarios peuvent d'ailleurs être combinés.

Afin de récolter des informations sur l'acceptabilité et l'accessibilité des agents virtuels pour les personnes âgées comme interface utilisateur dans un système de maison intelligente, Ortiz et al. [19] ont mené une expérience avec des personnes âgées dont un tiers présentait des troubles cognitifs légers et un tiers avait un diagnostic de maladie d'Alzheimer. Les résultats montrent que l'interface avec un agent virtuel (Fig. 1i) n'est pas particulièrement plus appréciée que l'une des conditions de contrôle (utilisation d'une voix de synthèse couplée à du texte). En revanche, en termes d'accessibilité, les tâches simples demandées aux participants ont été réalisées avec plus de succès lorsqu'ils étaient guidés par l'agent virtuel qu'avec les autres interfaces.

Dans le même contexte, Morandell et al. [21] ont réalisé une étude dans laquelle les participants étaient des personnes âgées dont la moitié présentait des troubles cognitifs légers. Les participants devaient réaliser des tâches simples guidées par un agent virtuel, une photo avec une voix de synthèse, une voix accompagnée de texte, une voix seule et une vidéo. Les résultats montrent encore une fois que l'avatar n'est pas préféré mais que les personnes atteintes de déficits cognitifs légers ont atteint une meilleure performance dans cette condition. La condition unanimement préférée par les participants était la vidéo. Cela est également à nuancer car l'avatar utilisé est en fait une photographie dont seulement la bouche et les yeux sont animés. On peut donc raisonnablement penser qu'un personnage animé en 3D plus réaliste aurait un meilleur taux d'appréciation.

Dans un contexte plus proche du divertissement que de la santé, Vardoulakis et al. [22] ont mené une étude sur Karen, un compagnon virtuel pour les personnes âgées isolées (Fig. 1j). Dans l'expérience menée, un personnage virtuel allumé en permanence a été placé chez les participants. En principe l'agent virtuel peut dialoguer avec les personnes ; cependant, les possibilités de dialogue étant difficiles à implémenter, l'agent virtuel était télé-opéré par un expérimentateur. Les résultats sont grandement faussés notamment concernant le respect de la vie privée (les participants ont parfois couvert l'appareil de peur d'être espionnés) et la question de l'acceptabilité d'un tel système s'il est autonome reste en suspens. Cependant les participants ont beaucoup apprécié l'expérience avec ce compagnon virtuel. Il est également important de noter que le but n'est en aucun cas de remplacer l'humain mais de proposer un divertissement [27]. Ce qui est particulièrement intéressant dans ce système c'est qu'il y est proposé un modèle d'évolution de la relation entre l'utilisateur et le personnage virtuel.

## Présentation des études

La littérature actuelle est riche en études sur les robots d'assistance et les agents virtuels dans le vieillissement. En effet, depuis quelques années, ces technologies sont devenues un domaine d'intérêt pour les chercheurs. Le Tableau 1 tente de faire une mini-revue des études précédemment citées portant sur la perception, les attitudes et l'acceptabilité des robots et des agents virtuels par les personnes âgées. Du fait d'un grand nombre d'articles, notamment pour les robots d'assistance, une sélection a dû être effectuée pour donner des exemples de différents types d'applications pour ces technologies.

## Discussion

Les différentes études mentionnées dans le Tableau 1 présentent des résultats dans l'ensemble positifs des robots d'assistance et des agents virtuels pour les personnes âgées en termes d'utilisabilité et d'acceptabilité. Ces technologies représentent une solution envisageable pour aider la population en perte d'autonomie dans les activités quotidiennes. À cela s'ajoute un effet positif sur le bien-être au quotidien et notamment sur le stress [28]. Or il persiste une certaine résistance de la part des futurs utilisateurs potentiels pouvant provenir d'une mauvaise image des technologies en général et d'un manque de confiance qui peut engendrer une anxiété d'utilisation. En même temps, l'utilisation de ces nouvelles technologies pose de nombreux défis en termes d'acceptabilité, utilisabilité, et des enjeux éthiques auxquels il faudra répondre pour leur garantir une implémentation réussie.

Le souhait des personnes âgées de rester à leur domicile nécessite la mise en place d'aides dans leur habitation pour les assister dans les tâches du quotidien comme préparer les repas, faire le ménage ou encore rappeler la prise de médicaments. Or comme de nombreuses études le prévoient, une augmentation notable des personnes en perte d'autonomie va demander une aide humaine également en augmentation. Sauf que celle-ci ne pourra suivre la demande faute de moyen. C'est donc à ce moment qu'interviennent ces technologies d'assistance qui ne sont pas là pour remplacer les aides humaines mais dans un but complémentaire. En effet, certaines tâches pourraient être assurées par une aide technologique. Cela permettrait, d'une part, de soulager la charge des aidants (informels et professionnels) et, d'autre part, d'améliorer la qualité de vie des personnes en réduisant, entre autres, leur sentiment de dépendance. Cela aurait également pour effet de réduire le niveau de stress professionnel des aidants, ce qui serait bénéfique pour tous. Enfin, les technologies qui proposent des activités à visée de stimulation cognitive peuvent avoir aussi des effets thérapeutiques.

La Fig. 2 illustre la situation complexe dans laquelle se trouvent les personnes âgées. Lorsqu'elles sont actives au quotidien et parfaitement autonomes la mise en place d'un robot ou d'un agent virtuel pourrait non seulement apporter un divertissement et une présence (virtuelle, certes) mais aussi faciliter l'accès à de nouveaux moyens de communication (visioconférence ou emails) afin de renforcer le lien social avec la famille ou des amis éloignés ou encore

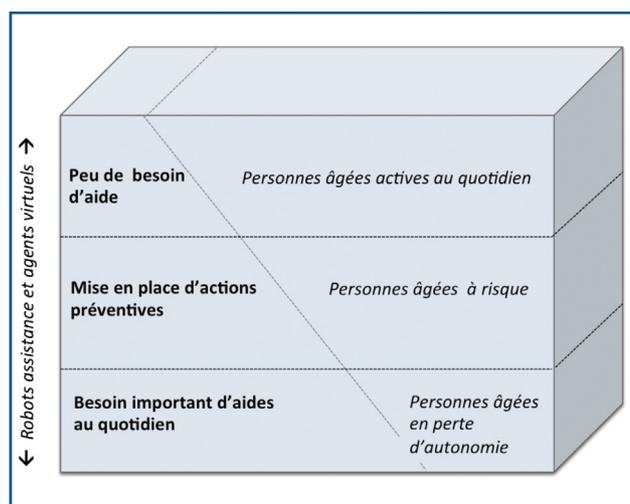


Figure 2. Adéquation des robots/agents virtuels aux besoins des personnes âgées.

faciliter l'accès à l'information via l'Internet. Pour les personnes âgées fragiles ou dites « à risque » qui n'auraient pas besoin d'une personne au quotidien pour des aides, ces technologies seraient une mesure préventive pour les aider dans les tâches dites complexes comme gérer l'agenda ou encore chercher des informations sur Internet. Le robot ou l'agent virtuel assurerait également une fonction de sécurité en cas de chute lorsqu'il est associé à un système de capteurs de mouvement. Il pourrait ainsi alerter un centre d'accueil et mettre en contact la personne avec les secours en cas d'urgence. Enfin, pour les personnes en perte d'autonomie plus importante, un robot ou un agent virtuel pourrait assurer les missions citées précédemment et proposer également un accompagnement sur le plan affectif.

Il y aurait en quelque sorte une *baseline* à maintenir pour le bien-être physique et psychologique de la personne âgée autonome, à risque ou en perte d'autonomie. Les technologies d'assistance permettraient justement de sauvegarder une certaine homéostasie dans leur quotidien afin de maintenir le plus longtemps possible un cadre de vie propice à leur épanouissement. Les personnes âgées pourraient ainsi rester pour une durée plus importante à leur domicile tout en étant dans une atmosphère sécurisante mais également rassurer les aidants ne pouvant pas être présents tous les jours.

## Conclusion

Un certain nombre d'études portant sur l'utilisation de robots d'assistance et des agents virtuels en gériatrie souligne des retours positifs de la part de la population visée, à savoir, les personnes âgées avec ou sans perte d'autonomie. Les diverses recherches ont démontré que ces outils technologiques peuvent contribuer au bien-être physique et psychologique des personnes. En effet, ces technologies ont le potentiel de s'adapter progressivement aux besoins des personnes âgées permettant ainsi de respecter une *baseline* pour assurer le confort de la personne au quotidien. L'installation de ces aides techniques au domicile des personnes âgées, s'ajoutant si besoin à la présence d'une aide

humaine, permettrait de respecter le plus longtemps possible leur souhait de continuer à vivre à domicile tout en préservant leur autonomie et leur sécurité.

L'expérience globalement positive qui ressort des études vient du fait que les personnes âgées ont reçu des informations concrètes concernant ces technologies et ont pu interagir directement avec celles-ci sur une période plus ou moins longue. Toutefois, pour mieux comprendre les facteurs liés à l'acceptabilité des robots et des agents virtuels et les indications thérapeutiques pour ces approches, des études détaillées ultérieures dans ce domaine sont nécessaires, portant sur des échantillons plus importants, des groupes de participants plus homogènes et des interventions mieux définies. L'essor de la recherche dans ce domaine permettra ainsi de démocratiser ces aides techniques et ainsi faciliter leur déploiement au sein des foyers des personnes âgées qui pourraient en bénéficier.

## Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

## Références

- [1] Blanpain N, Chardon O. Projections de population à l'horizon 2060. INSEE 2010;1320:1–4.
- [2] Mura T, Dartigues JF, Berr C. How many dementia cases in France and Europe? Alternative projections and scenarios 2010–2050. Eur J Neurol 2010;17:252–9.
- [3] European Commission. Programme européen pour la recherche et l'innovation « Horizon 2020 ». Brussels: Directorate General for Research and Innovation; 2013 <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>
- [4] Montebourg A, Delaunay M (préf). La Silver Economy une opportunité pour la France et ses territoires. Paris: Filière Silver Economy; 2013 [[http://www.social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Propositions\\_de\\_la\\_filiere\\_Silver\\_economy\\_vf\\_Avril\\_2013.pdf](http://www.social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Propositions_de_la_filiere_Silver_economy_vf_Avril_2013.pdf)].
- [5] European Commission. Directorate General for Communication. Public attitudes towards robots. Special Eurobarometer, 382, EB77.1. Brussels: Directorate General

- Communication; 2012 [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_382\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_382_en.pdf)
- [6] Looije R, Neerincx MA, Cnossen F. Persuasive robotic assistant for health self-management of older adults: design and evaluation of social behaviors. *Int J Hum Comput Stud* 2010;68:386–97.
- [7] Lohse M, Hegel F, Wrede B. Domestic applications for social robots – an online survey on the influence of appearance and capabilities. *J Phys Agents* 2008;2:21–32.
- [8] Schroeter C, Mueller S, Volkhardt M, et al. Realization and user evaluation of a companion robot for people with mild cognitive impairment. *Proc IEEE Int Conf Robot Automation* 2013:1145–51.
- [9] Wu YH, Wrobel J, Cristancho-Lacroix V, et al. Designing an assistive robot for older adults: the ROBADMOM project. *IRBM* 2013;34:119–23.
- [10] Jacobs T, Graf B. Practical evaluation of service robots for support and routine tasks in an elderly care facility. *Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)*. IEEE 2012;1:46–9.
- [11] Montemerlo M, Pineau J, Roy N, et al. Experiences with a mobile robotic guide for the elderly. *AAAI/IAAI* 2002:587–92.
- [12] Pineau J, Montemerlo M, Pollack M, et al. Towards robotic assistants in nursing homes: challenges and results. *Rob Auton Syst* 2003;42:271–81 [<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921889002003810>].
- [13] Lopez Recio D, Marquez Segura L, Marquez Segura E, et al. The NAO models for the elderly. In: 8th ACM/IEEE Int. Conf. Human-Robot Interact. 2013. p. 187–8.
- [14] Banks MR, Willoughby LM, Banks WA. Animal-assisted therapy and loneliness in nursing homes: use of robotic versus living dogs. *J Am Med Dir Assoc* 2008;9:173–7.
- [15] Tamura T, Yonemitsu S, Itoh A, et al. Is an entertainment robot useful in the care of elderly people with severe dementia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59:83–5.
- [16] Wada K, Shibata T, Saito T, et al. Psychological and social effects of one year robot assisted activity on elderly people at a health service facility for the aged. *Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation*. IEEE 2005:2785–90.
- [17] Wada K, Shibata T. Social and physiological influences of living with seal robots in an elderly care house for two months. *Gerontechnology* 2008;7:235.
- [18] Libin A, Cohen-Mansfield J. Therapeutic robot for nursing home residents with dementia: preliminary inquiry. *Am J Alzheimer Dis Other Demen* 2004;19:111–6.
- [19] Ortiz A, del Puy Carretero M, Oyarzun D, et al. Elderly users in ambient intelligence: does an avatar improve the interaction? In: *Universal access in ambient intelligence environments*; 2007. p. 99–114.
- [20] Morandell M, Hochgatterer A, Fagel S, et al. Avatars in assistive homes for the elderly. In: Holzinger A, editor. *HCI and usability for education and work*, number 5298 in *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin: Springer Heidelberg; 2008. p. 391–402.
- [21] Morandell M, Hochgatterer A, Wöckl B, et al. Avatars@Home. In: Holzinger A, Miesenberger K, editors. *HCI and usability for e-inclusion*. Berlin: Springer Heidelberg; 2009. p. 353–65.
- [22] Vardoulakis L, Ring L, Barry B, et al. Designing relational agents as long-term social companions for older adults. In: Nakano Y, Neff M, Paiva A, Walker M, editors. *Intelligent virtual agents*. Berlin: Springer Heidelberg; 2012. p. 289–302.
- [23] Broekens J, Heerink M, Rosendal H. Assistive social robots in elderly care: a review. *Gerontechnology* 2009;8:94–103.
- [24] Fong T, Nourbakhsh I, Dautenhahn K. A survey of socially interactive robots: concepts, design, and applications. *Robot Autonomous Syst* 2002;42:142–66.
- [25] Fagel S, Hilbert A, Morandell M, et al. The virtual counselor – automated character animation for ambient assisted living. In: *ACHI 2013, The Sixth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*. 2013. p. 184–7.
- [26] Bickmore T, Silliman R, Nelson K, et al. A randomized controlled trial of an automated exercise coach for older adults. *J Am Geriatr Soc* 2013;61:1676–83.
- [27] Sidner C, Bickmore T, Rich C, et al. An always-on companion for isolated older adults. In: *14th Annual SIGDial Meeting on Discourse and Dialogue*. 2013 [[http://web.cs.wpi.edu/~rich/always/pub/SidnerEtAl2013\\_IVA.pdf](http://web.cs.wpi.edu/~rich/always/pub/SidnerEtAl2013_IVA.pdf)].
- [28] Burton A. Dolphins, dogs, and robot seals for the treatment of neurological disease. *Lancet Neurol* 2013;12:851–2.